

## EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 02145217  
PUBLICATION DATE : 04-06-90

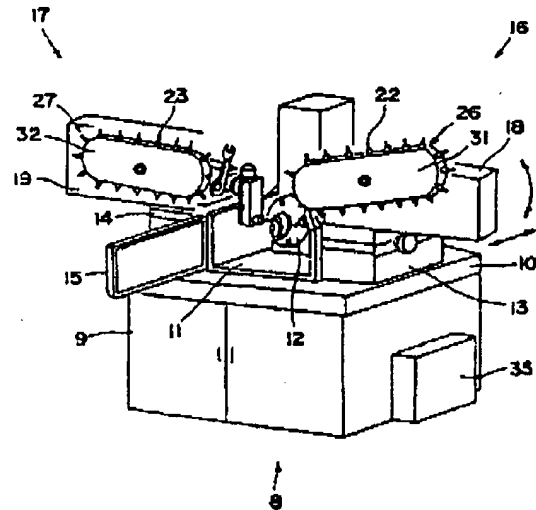
APPLICATION DATE : 24-11-88  
APPLICATION NUMBER : 63294645

APPLICANT : MITSUBISHI HEAVY IND LTD;

INVENTOR : HATANAKA MITSU HARU;

INT.CL. : B23H 9/10

TITLE : ELECTRICITY DISCHARGE MACHINE  
FOR TURBINE ROTOR



**ABSTRACT :** PURPOSE: To arrange so that two kinds of machining may be conducted against a turbine rotor simultaneously at one step, by providing at one electricity discharge machine two independent machining heads, the 1st head and 2nd head, and controlling the dividing rotation of a rotary table with inclination and the movements of the 1st machining head and the 2nd machining head, by means of an NC device.

**CONSTITUTION:** The respective movements of the 1st and 2nd machining heads independently provided at one electricity discharge machine 8, and the dividing rotation of a rotary table with inclination 12, are controlled by means of an NC device 35. As a result, two kinds of machining can be conducted against a turbine rotor simultaneously at one step. Also, the exhaustion of machining electrodes 22, 23 during electricity discharge machining is inspected by means of this NC device 35, and these exhausted machining electrodes 22, 23 are exchanged with new ones by means of electrode exchangers 26, 27 at an appropriate exchange time. As a result, the machining cycle time of the turbine rotor can be shortened, and at the same time, a high precision electricity discharge machining can be done by using electrodes 22, 23 which are free of exhaustion at all times.

**COPYRIGHT:** (C)1990,JPO&Japio

⑩ 日本国特許庁(JP) ⑪ 特許出願公開  
 ⑫ 公開特許公報(A) 平2-145217

⑬ Int. Cl.<sup>3</sup>  
 B 23 H 9/10

識別記号 庁内整理番号  
 7908-3C

⑭ 公開 平成2年(1990)6月4日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 タービンロータの放電加工装置

⑯ 特 願 昭63-294645

⑰ 出 願 昭63(1988)11月24日

⑱ 発 明 者 畑 中 光 晴 長崎県長崎市鮎の浦町1番1号 三菱重工業株式会社長崎造船所内

⑲ 出 願 人 三菱重工業株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目5番1号

⑳ 代 理 人 弁理士 光石 英俊 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

タービンロータの放電加工装置

2. 特許請求の範囲

ベッドに設けられる加工液槽と、該加工液槽内に設けられタービンロータを保持して該タービンロータの割り出し回転を行う傾斜付回転テーブルと、該傾斜付回転テーブルを挟んで夫々ベッドに設けられ前記傾斜付回転テーブルに対し位置決め移動自在に支持される第一加工ヘッド及び第二加工ヘッドと、該第一加工ヘッド及び該第二加工ヘッドの前記傾斜付回転テーブル側端部に夫々設けられ前記タービンロータのブレードの加工を行う加工用電極が把持される電極ハンドと、前記第一加工ヘッド及び前記第二加工ヘッドに夫々設けられ複数の前記加工用電極が収納されるラックを備えと共に該ラックと前記電極ハンドの間で前記加工用電極の交換を行う交換手段を備えた電極交換装置と、前記

傾斜付回転テーブルの回転動及び前記第一加工ヘッドと前記第二加工ヘッドの位置決め移動及び前記電極交換装置による前記加工用電極の交換制御を行うためのNC装置とからなることを特徴とするタービンロータの放電加工装置。

3. 発明の詳細な説明

<産業上の利用分野>

本発明は、タービンロータの加工に使用される放電加工装置に関するものである。

<従来の技術>

タービンは流体の流れから機械的な回転動力を発生する機械のことである。回転動力は多数のブレード(回転羽根)がディスク外周上に設けられたタービンロータを介して発生する。

第3図は、小型エンジン等に使用されるタービンロータの斜視図を示す。タービンロータ1は軸状のロータ4とこのロータ4の端部に形成されたディスク2とで構成され、ディスク2の外周には多数のブレード3が一体に

## 特開平2-145217 (2)

形成されている。

第4図は、ブレード3の従来の放電加工による仕上げ状況図を示す。タービンロータ1はブレード3の枚数が少ない場合、精密鋳造によりプロファイル（翼形）形成の荒加工が行われる。ディスク2の外周上にブレード3が精密鋳造により形成された後、ブレード3は放電加工によりプロファイルの仕上げが行われる。放電加工によるブレード3の仕上げ加工は、丸電極5をV方向に回転（自転）させながらブレード3の外周をW方向に二次元移動（公転）させてプロファイル形成を行う。

タービンロータ1はブレード3の枚数が多い場合、ブレード3の精密鋳造が技術的に不可能である。精密鋳造が不可能な場合通常は金削り出しを行うが、ブレード3及びディスク2を形成する素材が難削材のためフライス加工も不可能であり放電加工によるプロファイル形成に依存せざるを得ない。第5図は、ブレード3の放電加工による荒加工状況図、

第6図は、ブレード3の仕上げ加工状況図を示す。第5図中の矢印a方向はディスクの円周から円周内に向う方向を示す。

放電加工によるブレード3の荒加工は超硬の荒加工電極22により行われる。荒加工電極22をディスク2の外周からa方向に移動させることにより、荒加工代7が取除かれブレード3の概略のプロファイル形成が行われる。荒加工が行われたブレード3は中仕上げと最終仕上げが行われる。中仕上げと最終仕上げは前述のブレード3の枚数が少ない場合に行う仕上げ加工と同様で、丸電極6をV方向に回転（自転）させながらブレード3の外周をW方向に二次元移動（公転）させて仕上げ代38を取除きプロファイル形成が完了する。

#### <発明が解決しようとする課題>

しかしながら、丸電極によってプロファイル形状の仕上げ加工を行った場合、放電加工中に丸電極が消耗して細くなるとプロファイ

ル形状が安定せずブレードの厚みに不揃いが発生する。ブレードの厚みが不揃いになるとタービンロータ回転時のバランス精度と高効率確保に悪影響を及ぼす。ブレードの不揃いを解消するためには丸電極を頻りに交換する必要があるが、丸電極を頻りに交換した場合作業能率低下による加工サイクルタイムが長くなり、高効率タービンの早期開発を行う上で大きな障害となっていた。

本発明は、上記欠点を解消するためになされたもので、タービンロータのプロファイル加工の荒加工及び仕上げ加工が高精度にしかも短時間に行えるタービンロータの放電加工装置を提供し、タービンロータの高品質確保と加工サイクルタイムの短縮を図ることを目的とする。

#### <課題を解決するための手説>

ベッドに設けられる加工液槽と、該加工液槽内に設けられタービンロータを保持して該タービンロータの削り出し回転を行う傾斜付

回転テーブルと、該傾斜付回転テーブルを換んで夫々ベッドに設けられ前記傾斜付回転テーブルに対し位置決め移動自在に支持される第一加工ヘッド及び第二加工ヘッドと、該第一加工ヘッド及び該第二加工ヘッドの前記傾斜付回転テーブル側端部に夫々設けられ前記タービンロータのブレードの加工を行う加工用電極が把持される電極ハンドと、前記第一加工ヘッド及び前記第二加工ヘッドに夫々設けられ複数個の前記加工用電極が収納されるラックを備えると共に該ラックと前記電極ハンドの間で前記加工用電極の交換を行う交換手段を備えた電極交換装置と、前記傾斜付回転テーブルの回転動及び前記第一加工ヘッドと前記第二加工ヘッドの位置決め移動及び前記電極交換装置による前記加工用電極の交換制御を行うためのNC装置とからなることを特徴とする。

#### <作 用>

傾斜付回転テーブルに取付けられたタービ

特開平6-120417 (公)

ンロータに対し、第一加工ヘッドが移動して電極ハンドで把持された加工用電極での加工が行われる。第一加工ヘッドでの加工が終了すると、傾斜付回転テーブルは割り出し回転しタービンロータの次加工部が第一加工ヘッドの位置に達し第一加工ヘッドにより次加工が行われる。第一加工ヘッドによる最初の加工終了部が第二加工ヘッドの位置迄回転されると、第一加工ヘッドと第二加工ヘッドは同時加工を行う。同時加工は第二加工ヘッドによる最初の加工終了部が第一加工ヘッドに戻る迄行われる。第二加工ヘッドによる最初の加工終了部が第一加工ヘッドに戻ると第一加工ヘッドでの加工が終了し第一加工ヘッドは停止する。第二加工ヘッドによる単独加工と傾斜付回転テーブルによる割り出し回転は、第二加工ヘッドによる最初の加工終了部が第一加工ヘッドを経て第二加工ヘッドに達する一つ前の加工部を加工して第二加工ヘッドでの単独加工が終了し第二加工ヘッドは停止す

れ、供給された加工液は加工液槽 11 より排出されるようになっている。加工液槽 11 内の中央部には被加工物であるタービンロータ 1 が取付けられる傾斜付回転テーブル 12 が設けられており、傾斜付回転テーブル 12 はタービンロータ 1 を回転させてブレード 3 の数割り出し回転が行えるようになっている。加工テーブル 10 上には加工液槽 11 を挟み両側に第一支持台 13 と第二支持台 14 が設けられている。第一支持台 13 の上部と第二支持台 14 の上部には、第一加工ヘッド本体 18 と第二加工ヘッド本体 19 が取付けられている。第一加工ヘッド本体 18 と第二加工ヘッド本体には、加工液槽 11 側の端部に第一ヘッド 36 と第二ヘッド 37 が設けられ、更に第一ヘッド 36 と第二ヘッド 37 には、先端に第一電極ハンド 20 と第二電極ハンド 21 が設けられている。第一電極ハンド 20 と第二電極ハンド 21 は、加工用電極である荒加工用電極 22 と加工用電極である仕上げ

る。放電加工中の加工用電極は電極消耗が未だに検知され、適時な交換時機に電極交換装置により交換される。第一加工ヘッド及び第二加工ヘッドの移動と、傾斜付回転テーブルの割り出し回転と、加工用電極の交換は NC 装置により制御が行われる。

#### <実施例>

以下、本発明の一実施例を図面によって具体的に説明する。第 1 図は、本発明の一実施例である放電加工装置の斜視図、第 2 図は、本発明の一実施例である放電加工装置の部分拡大図を示す。尚、被加工物は第 3 図に示すタービンロータで、第 3 図と同一部材には同一符号を付して重複する説明は省略する。

ベット 9 の上に加工テーブル 10 が設けられている。加工テーブル 10 の中央には加工液槽 11 が設けられており、加工液槽 11 は上面が開口し前面には開閉自在な扉 15 が設けられている。加工液槽 11 には加工液が加工液供給装置（図面では省略）により供給さ

加工用電極 23 が着脱自在に把持できる。第一電極ハンド 20 と第二電極ハンド 21 は、荒加工用電極 22 と仕上げ加工用電極 23 を把持して加工液槽 11 内に位置する。

第一加工ヘッド本体 18 と第二加工ヘッド本体 19 には、電極交換装置である第一電極交換装置 26 と電極交換装置である第二電極交換装置 27 が設けられ、第一電極交換装置 26 と第二電極交換装置 27 には、第一電極ラック 31 と第二電極ラック 32 が設けられている。第一電極ラック 31 と第二電極ラック 32 には、外周に多数の荒加工用電極 22 と仕上げ加工用電極 23 が着脱自在に備えられている。第一電極ハンド 20 と第一電極ラック 31 の間及び第二電極ハンド 21 と第二電極ラック 32 の間で荒加工用電極 22 と仕上げ加工用電極 23 の交換を行う交換手段である電極交換アームが第一電極交換装置 26 と第二電極交換装置 27 に夫々設けられている。したがって、第一加工ヘッド本体 18 と、

## 特開平2-145217 (4)

第一ヘッド38と、第一電極ハンド20と、第一電極交換装置26により第一加工ヘッド18が構成され、第二加工ヘッド本体19と、第二ヘッド37と、第二電極ハンド21と、第二電極交換装置27により第二加工ヘッド17が構成される。

第一加工ヘッド18と第二加工ヘッド17が傾斜付回転テーブル12に対して接近離反動の方向をZ軸とし、Z軸に直交する鉛直方向をY軸とし、Z軸に直交する水平方向をX軸とする。第一加工ヘッド本体18及び第二加工ヘッド本体19は、X、Y、Z軸方向へ移動可能に第一支持台13と第二支持台14に取付けられ傾斜付回転テーブル12に対し位置決め移動可能である。

第一ヘッド38と第二ヘッド37は、X軸に平行に沿って延びる第一支持軸24と第二支持軸25を中心に回転自在に取付けられている。

傾斜付回転テーブル12に取付けられたタ

ービンロータ1に対し、荒加工用電極22と仕上げ加工用電極23の傾斜角度、X軸方向、Y軸方向の位置調整後、完全自動でタービンロータ1の放電加工によるプロファイル形成が行われる。

第一加工ヘッドはX、Y、Z軸方向に制御されながら移動し、傾斜付回転テーブル12に取付けられているタービンロータ1のディスク2に荒加工用電極22を接触しながら放電加工を行う。荒加工用電極22は第一加工ヘッド本体18の移動により、荒加工用電極22がディスク2の円周から円周内に向う方向と、ディスク2の円周からディスク2より離反する方向とで制御される。荒加工用電極22はブレード3の荒加工が実施された後ディスク2から離反し、次の荒加工迄加工原点にて待機する。傾斜付回転テーブル12はタービンロータ1をA度(860度/ブレードの数)割り出し回転させる。傾斜付回転テーブルがA度割り出し回転すると加工原点にて

待機していた荒加工用電極22は再びディスク2の円周から円周内に向う方向に移動し、荒加工用電極22をディスク2に接触させながら第二個目のブレード3を放電加工する。第二個目のブレード3の荒加工が終了すると荒加工用電極22はディスク2の円周からディスク2より離反する方向に移動し再び加工原点にて待機し、タービンロータ1はA度割り出し回転する。同様にして荒加工用電極22の移動による荒加工とタービンロータ1のA度割り出し回転は、第一個目のブレード3が第二加工ヘッド17の位置に達する迄繰り返される。ここで仮に第一個目のブレード3が第二加工ヘッド17の位置に達する迄の繰り返し回転がN回とする。

タービンロータ1のA度割り出し回転がN回繰り返されると、第一個目のブレード3は第二加工ヘッド17の位置に達する。第二加工ヘッド17の位置に第一個目のブレード3が達すると同時に、未加工の第N個目のブ

ード3部が第一加工ヘッド18の位置に達する。

第二加工ヘッド17はX、Y、Z軸方向に制御されながら移動し荒加工が終了した第一個目のブレード3を仕上げ加工する。第二加工ヘッド17の先端に設けられている仕上げ加工用電極28は線型で、ブレード3両士の間の仕上面と同一形状となっている。荒加工代が取除かれたディスク2に仕上げ加工用電極28をディスク2の円周から円周内に向う方向へ移動させ、仕上げ代を放電加工により取除く。仕上げ加工用電極28が第一個目のブレード3の仕上げ加工を行うと同時に、荒加工用電極22も第N個目のブレード3の荒加工を行う。第一個目のブレード3の仕上げ加工と第N個目のブレード3の荒加工が終了すると、荒加工用電極22と仕上げ加工用電極23は、ディスク2より離反する方向に移動し加工原点にて待機する。荒加工用電極22と仕上げ加工用電極23が待機するとタービ

## 特開平2-145217 (5)

ンロータ 1 は A 度割り出し回転して第一個目のブレード 3 は第一加工ヘッド 18 個へ進み、再び荒加工用電極 22 及び仕上げ加工用電極 23 により荒加工、仕上げ加工が同時加工される。荒加工用電極 22 及び仕上げ加工用電極 23 の同時加工は、仕上げ加工が施された第一個目のブレード 3 が荒加工用電極 22 の位置に達する回数（ブレード数 - N）まで繰り返される。第一個目のブレード 3 が第一加工ヘッド 18 の位置に達すると荒加工用電極 22 は装置原点に退避してタービンロータ 1 に対する荒加工を終了する。

荒加工用電極 22 が荒加工を終了した後タービンロータ 1 は、更に N 回の A 度割り出し回転とともに仕上げ加工用電極 23 の移動による仕上げ加工が行われる。仕上げ加工用電極 23 により N 回の仕上げ加工が終了すると、仕上げ加工用電極 23 はディスク 2 の円周からディスク 2 より離反する方向に移動し装置原点に退避する。仕上げ加工用電極 23 が装

置原点に退避して本実施例のタービンロータの放電加工装置 8 による放電加工が終了する。

放電加工中において荒加工用電極 22 と仕上げ加工用電極 23 は NC 装置により電極の消耗が未然に検知される。消耗が検知された荒加工用電極 22 及び仕上げ加工用電極 23 は第一電極ラック 31 及び第二電極ラック 32 に伝えられた交換用電極と順次交換される。

本実施例の放電加工装置 8 は、第一加工ヘッド 18 に荒加工用電極 22 が設けられ第二加工ヘッド 17 に仕上げ加工用電極 23 が設けられているためブレード 3 に対し荒加工と仕上げ加工が同時に加工可能であり、傾斜付回転テーブル 12 は A 度割り出し回転が可能でタービンロータ 1 を A 度割り出し回転させることにより連続自動でブレード 3 の放電加工が可能である。荒加工用電極 22 及び仕上げ加工用電極 23 は未然に消耗が検知されて自動交換されるため、常に消耗の無い電極により放電加工が行えブレード 3 の厚みが不揃

いにならず精度の高いプロファイル形成が可能となる。

## ＜発明の効果＞

一台の放電加工装置に独立した二つの第一加工ヘッドと第二加工ヘッドが設けられ、傾斜付回転テーブルの割り出し回転と、第一加工ヘッドと第二加工ヘッドの移動が NC 装置により制御されているため、一段取りでタービンロータに対し同時に二種類の加工ができる。放電加工中の加工用電極は NC 装置により電極消耗が未然に検知され、適時な交換時機に電極交換装置により交換されるため常に消耗の無い電極が使用され連続自動でタービンロータの放電加工が行える。

したがって、一段取りで連続自動によりタービンロータの放電加工ができるため、加工サイクルタイムの短縮化が図れるとともに、加工用電極は常に消耗の無い電極が使用され精度の高い放電加工が可能となる。

## 4. 図面の簡単な説明

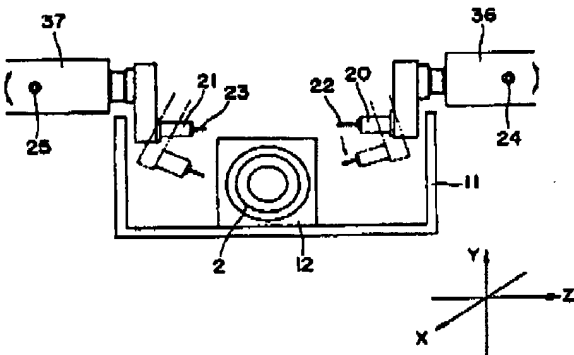
第 1 図は本発明の一実施例である放電加工装置の斜視図、第 2 図は本発明の一実施例である放電加工装置の部分拡大図、第 3 図はタービンロータの斜視図、第 4 図はブレードの従来の放電加工による仕上げ状況図、第 5 図はブレードの放電加工による荒加工状況図、第 6 図はブレードの仕上げ加工状況図である。

又、図中の符号で

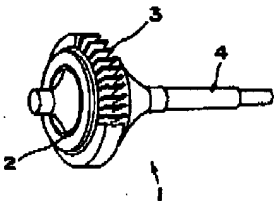
- 1 はタービンロータ、
- 8 は放電加工装置、
- 11 は加工液槽、
- 12 は傾斜付回転テーブル、
- 18 は第一加工ヘッド、
- 17 は第二加工ヘッド、
- 20 は第一電極ハンド、
- 21 は第二電極ハンド、
- 26 は第一電極交換装置、
- 27 は第二電極交換装置、
- 35 は NC 装置である。

特開平2-145217 (6)

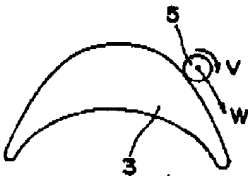
第 2 図



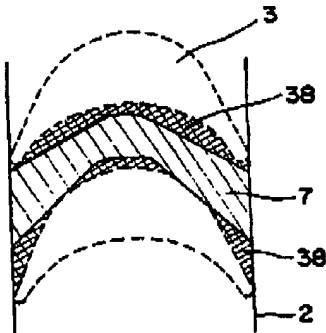
第 3 図



第 4 図



第 6 図



第 5 図

